

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-066828  
 (43)Date of publication of application : 10.03.1998

(51)Int.CI. B01D 53/56  
 B01D 53/74  
 E21F 1/00  
 F24F 7/00  
 F24F 7/06

(21)Application number : 08-228046

(71)Applicant : HITACHI LTD  
 BABCOCK HITACHI KK

(22)Date of filing : 29.08.1996

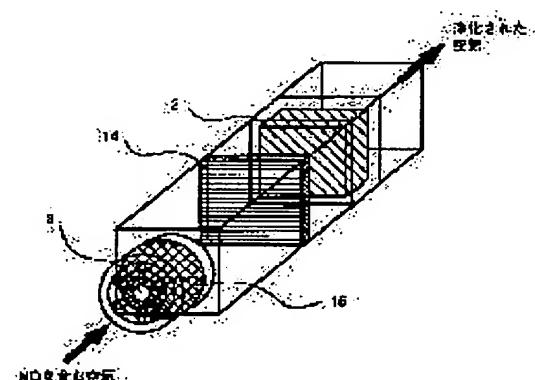
(72)Inventor : YOSHIOKA YOSHIO  
 DOI HIROSHI  
 ISHIKAWA TORU  
 MINAMI KENICHI  
 YAGIHASHI YOSHITOYO  
 TAKASHIMODA HISAO

**(54) AIR CLEANING AND VENTILATING APPARATUS, SILENT DISCHARGE DEVICE USED THEREIN AND AIR CLEANING AND VENTILATING METHOD**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce running cost by reducing power consumption quantity necessary for the oxidizing treatment of NO of an apparatus for removing NO<sub>x</sub> of low concn. by an oxidizing method by providing a silent discharge apparatus subjecting NO contained in air sent by a blower to oxidizing treatment and an NO<sub>2</sub> adsorbing apparatus to an air cleaning and ventilating apparatus.

**SOLUTION:** An air cleaning and ventilating apparatus is constituted by providing a dust collecting filter 15 and a blower 3 on the upstream side of a silent discharge apparatus 14 wherein the glass plates and discharge electrodes arranged in a duct are laminated in a multistage fashion to be formed into a curtain like form. An NO<sub>2</sub> adsorbing apparatus 2 is provided on the downstream side of the silent discharge apparatus 14 to perform the adsorption of NO<sub>2</sub> after the oxidation of NO by the silent discharge apparatus 14. The silent discharge apparatus 14 is constituted so as to pass contaminated gas through the discharge curtain to achieve the enhancement of reaction and, by enlarging the window port of the discharge curtain like a blind to make the depth dimension thereof as small as possible, the resistance of air passing at a high speed is reduced to reduce the pressure loss of an air stream.



**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] Blois to be an air cleaning ventilator for removing the nitrogen oxides in the tunnel through which the car which discharges exhaust gas passes, or parking lot space, and for this air cleaning ventilator exhaust the air in a tunnel or parking lot space, NO<sub>2</sub> oxidized with the silent discharge equipment and this silent discharge equipment for oxidizing NO contained in the air ventilated in this Blois NO<sub>2</sub> for adsorbing Air cleaning ventilator characterized by having the adsorber.

[Claim 2] The air cleaning ventilator according to claim 1 with which said silent discharge equipment is formed in the shape of [ which has a multistage discharge gap ] a curtain, and the overall depth of the circulation direction of air is formed in 10cm or less.

[Claim 3] The amount of energy into which said silent discharge equipment has a multistage discharge gap, and is poured is 3 1m of unit air flow rates. Air cleaning ventilator according to claim 1 set as the range of hits 50-700J.

[Claim 4] The air cleaning ventilator according to claim 1 whose pass time of the air to which said silent discharge equipment has a multistage discharge gap, and passes the discharge part of said silent discharge equipment is 10 or less ms.

[Claim 5] It is NO which ventilates a silent discharge part and is contained by Blois in air in this silent discharge part in the nitrogen oxides contained in the air in the tunnel through which the car which discharges exhaust gas passes, or parking lot space NO<sub>2</sub> NO<sub>2</sub> oxidized and oxidized NO<sub>2</sub> The air cleaning ventilation approach characterized by adsorbing with an adsorber and removing nitrogen oxides.

[Claim 6] The spacer for forming the passage of air in inter-electrode [ of an electrode, the 2nd electrode which counters this electrode the insulating material attached in one / at least / electrode, this insulating material, and another side ], and silent discharge equipment characterized by having a source of alternating voltage for giving alternating voltage to inter-electrode [ said ].

[Claim 7] Silent discharge equipment according to claim 6 whose frequency of the source of alternating voltage which said silent discharge equipment is constituted by multistage, and said inter-electrode discharge gap is connected to a serial parallel to said source of alternating voltage, and is impressed is 200-600Hz.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a suitable air cleaning ventilator to reduce the nitrogen oxides in the ventilation air which starts an air cleaning ventilator, especially is discharged from the tunnel for automobiles or the large-scale basement car park of a highway or metropolitan area underground.

[0002]

[Description of the Prior Art] Air is polluted with the tunnel for automobiles or the large-scale basement car park of a highway or metropolitan area underground with the nitrogen oxides (NOx) contained in the exhaust gas of a car. For this reason, the ventilator for freshening air is installed in the tunnel or the basement car park. The concentration of nitrogen oxides is 3 ppm. Since the amount of extent and the air ventilated although it is comparatively low is abundant, there is much absolute magnitude of NOx, and there is a possibility of causing a pollution problem near an exhaust hole outlet.

[0003] In the Prior art, after oxidizing NO of the nitrogen oxides contained in this contaminated air to NO2 by ozone, absorbing NO2 with an adsorber in the following process and raising concentration, it was what carries out neutralization processing and is made pollution-free with alkali. The ozone (O3) generated with the ozone generator 1 marketed as shown in drawing 12 is specifically poured in into the ventilation airstream containing a lot of NO, and it is NO2 at the oxidation of ozone. NO2 which oxidized and sank in alkali After carrying out adsorption treatment with an adsorber 2, it is constituted so that it may be made to emit to atmospheric air in Blois 3.

[0004] Moreover, the thing of a publication is in JP,63-183211,A as an approach of processing high-concentration NOx discharged from a diesel power plant. With this equipment, exhaust gas was passed to the tube-like discharge tube, and NOx is decomposed.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the above-mentioned Prior art has the advantage which can use the existing ozone generator, since ozone is generated, it is the indirect approach which is poured in to exhaust gas, and a limit is in ozone making it react with NO with thin concentration. Therefore, since the power which needs to pour in ozone beyond the need and is used for ozone generating increased, the energy efficiency of a process was bad.

[0006] Moreover, the thing given in JP,63-183211,A had the need for the discharge tube increasing the capacity of Blois sharply to a longitudinal direction, in order resistance of as opposed to [ since the dimension is large ] a gas stream is strong and to process NOx of a lot of low-concentration air contents etc., and was difficult to apply.

[0007] The 1st purpose of this invention is to offer the air cleaning ventilator and the air cleaning ventilation approach of having reduced power consumption required for oxidation treatment of NO of equipment which removes low-concentration NOx with an oxidation style, and having reduced the running cost.

[0008] Even if it inserts the 2nd purpose in the airstream way of a large flow rate, its air resistance is small and is to offer the electrodischarge treatment equipment of a compact air cleaning ventilator.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the 1st purpose of the above, the air cleaning ventilator of this invention Blois to be an air cleaning ventilator for removing the nitrogen oxides in the tunnel through which the car which discharges exhaust gas passes, or parking lot space, and for this air cleaning ventilator exhaust the air in a tunnel or parking lot space, NO2 oxidized with the silent discharge equipment and this silent discharge equipment for oxidizing NO contained in the air ventilated in this Blois It is characterized by having NO2 adsorber for adsorbing.

[0010] Moreover, said silent discharge equipment is formed in the shape of [ which has a multistage discharge gap ] a curtain, and the overall depth of the circulation direction of air is formed in 10cm or less. Moreover, the amount of energy into which said silent discharge equipment has a multistage discharge gap, and is poured is 3 1m of unit air flow rates. It is set as the range of hits 50-700J. Moreover, the pass time of the air to which said silent discharge equipment has a multistage discharge gap, and passes the discharge part of said silent discharge equipment is 10 or less ms.

[0011] Moreover, the air cleaning ventilation approach is NO which ventilates a silent discharge part and is contained by Blois in air in this silent discharge part in the nitrogen oxides contained in the air in the tunnel through which the car which discharges exhaust gas passes, or parking lot space NO2 It is characterized by oxidizing, adsorbing oxidized NO2 with NO2 adsorber, and removing nitrogen oxides.

[0012] In order to attain the 2nd purpose of the above, the silent discharge equipment of this invention is characterized by having a spacer for forming the passage of air in inter-electrode [ of an electrode, the 2nd electrode which counters this electrode the insulating material attached in one / at least / electrode, this insulating material, and another side ], and a source of alternating voltage for giving alternating voltage to inter-electrode [ said ].

[0013] Moreover, said silent discharge equipment is constituted by multistage, said inter-electrode discharge gap is connected to a serial parallel to said source of alternating voltage, and the frequency of the source of alternating voltage impressed is 200-600Hz.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, drawing 11 explains one example of this invention from drawing 1.

[0015] The perspective view of the silent discharge equipment which drawing 1 shows this example, and drawing 2 The mimetic diagram for explaining silent discharge equipment and drawing 3 The perspective view and drawing 4 which show the configuration of silent discharge equipment the schematics of the electrode of silent discharge equipment and drawing 5 Drawing and drawing 6 which show the relation between power and the amount of NO oxidation treatments Drawing and drawing 7 which show the relation between power and NO throughput per electric energy Drawing and drawing 8 which show the relation between an air flow rate and NO throughput per electric energy 1m<sup>3</sup> Drawing and drawing 9 which show the relation between the energy injection rate of a hit and NO throughput per electric energy Drawing in which drawing showing the result of having measured NO throughput with the conventional ozonate approach, and drawing 10 show the relation between the power in the conventional ozonate approach and NO throughput per electric energy, and drawing 11 are the perspective views showing the configuration of the air cleaning ventilator of this example.

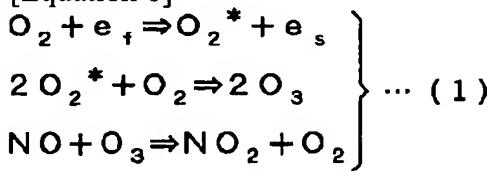
[0016] As shown in drawing 1 , the air cleaning ventilator of this example By Blois 3 and Blois 3 to which the air containing low-concentration NOx discharged from the tunnel which is not illustrated by mass Blois or a parking lot is sent NO2 which oxidized with the duct 8 constituted so that the sent air might be led to silent discharge equipment 9 and the passage cross section might decrease, and silent discharge equipment 9 It consists of ducts for sending to the equipment (not shown) which absorbs the air to include. Silent discharge equipment 9 carries out the laminating of a glass plate and the discharge electrode to multistage, and is constituted, and discharge power is supplied from the high voltage power supply of the RF which is not illustrated.

[0017] Here, as silent discharge, as shown in drawing 2 , the insulating materials 5, such as a glass plate, are formed between two electrodes 4, and the thing of the pulse discharge 7 of a large number repeatedly produced with the alternating voltage impressed from the source 6 of alternating voltage is said. Although it is not rich and discharge arises, if a charge collects on glass by discharge, in order [ for which the electrical-potential-difference instantaneous value which impresses alternating voltage and is applied to an electrode 4 and a glass plate exceeds the dielectric strength of air ] to weaken local electric field, self-quenching of the discharge is carried out. If the phase of alternating voltage progresses and an electrical potential difference rises further, discharge will take place again and it will disappear immediately. Thus, in silent discharge, although a repeat pulse discharge arises, it usually stabilizes and discharges on the electrical potential difference of 10-15kV in the gap of a 3-5mm glass plate and an electrode 4. Although the laminating of a glass plate and the discharge electrode is carried out to multistage and the silent discharge equipment 9 of this example is constituted as mentioned above, it constitutes the curtain of discharge like the blind attached in the aperture of a building, for example, and passes air.

[0018] Moreover, with silent discharge equipment 9, two reactions shown in several 1 and several 2 at least occur, and NO is oxidized to NO2.

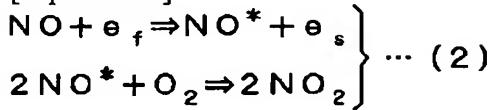
[0019]

[Equation 1]



[0020]

[Equation 2]



[0021] Here, it is shown that  $O_2^*$  and  $NO^*$  are excitation states, respectively about the electron with which  $e$  epsilon lost energy for the electron by which  $e_f$  was accelerated by discharge.

[0022] With the equipment by the conventional ozonate, although it is the reaction of only several 1 showing, since the reaction indicated to be several 1 by several 2 arises, effectiveness improves with the silent discharge equipment 9 of this example. Thus, it constitutes so that the curtain (namely, film) of discharge by contamination gas may be passed, improvement in a reaction is aimed at, and the silent discharge equipment 9 of this example is large in the window of a discharge curtain like a blind, by forming overall depth small as much as possible, it reduces the air resistance passed at high speed, and is reducing the pressure loss of airstream. Consequently, even if it inserts silent discharge equipment 9 into an airstream way and does not increase the capacity of Blois for ventilation, it ends. for example, the case of the air rate of flow of about ten m/s -- pressure loss -- 10mmH(s)2O It is as small as extent.

[0023] It experimented using the silent discharge equipment 9 of this example about oxidation of NO in case air passes through discharging space in a short time of several ms. The structure of the silent discharge equipment 9 is shown in drawing 3. For 3mm in 10cm and thickness, and overall depth L, a longitudinal direction is [ the silent discharge equipment 9 shown in drawing 4 ] 5.8mm in thickness about the glass plate 12 it is [ glass plate ] 70mm. Five steps of spacers 13 are accumulated by \*\*\*\*. The electrode 4 of thin aluminum of die length of 50mm and 100mm of breadth was made to rival, and is prepared in the center section of the depth direction of a glass plate 12. It connects, as shown in drawing 4, and these electrodes 4 can supply now the electrical and electric equipment of an electrical potential difference adjustable with a variable frequency by the source 6 of alternating voltage which consists of inverters.

[0024] the gap where air flows in this example of an experiment -- five steps -- the passage cross section -- 45cm<sup>2</sup> it is -- although -- by taking the large longitudinal direction dimension of an inlet port which makes [ many ] the number of stages to accumulate, this passage cross section can be enlarged and can be applied now to a mass thing. It is not necessary to change the gap and overall depth of discharge, and a mass thing can also make pressure loss of airstream small by shortening especially overall depth by carrying out like this. Moreover, in order to prevent the short circuit in an electrode end face, the electrode dimension was shortened and the distance for insulation of a surface is secured from the glass dimension of the depth direction.

[0025] In an experiment, as shown in drawing 4, where five gaps are electrically connected to juxtaposition, the electrical potential difference to the peak value of about 18kV was impressed in the 200-600Hz frequency range. Discharge began from about 12kV and the discharge power of abbreviation 30W was poured in at the time of 600Hz and 16kV. As an experiment parameter, an electrical potential difference, a frequency, the rate of flow, and the initial concentration of NO were changed. As shown in drawing 1, air was sampled with the measurement hose 11 in the place about 1m behind silent discharge equipment 9, and NO and NOx were measured in the NOx meter 10.

[0026] Discharge power and initial concentration of 3 ppm when changing discharge power to drawing 5 by flow rate of 3m<sup>3</sup> / min Relation with the amount of oxidation treatments of NO is shown. Throughput increases in monotone with increase of discharge power so that drawing 5 may show, and it is the initial concentration of 3 ppm by impregnation of 22W. Oxidation of 2.4 ppm NO which hits to 80% can be performed. Drawing 6 shows the relation of the electric energy and NO throughput per impregnation energy kWh which were poured in. The energy efficiency (it defines as NO throughput g / impregnation energy kWh) of throughput has the high one where impregnation power is lower, and it is over the processing

effectiveness of 14g/kWh by the flow rate of 3m<sup>3</sup>/min more than 4W and less than [ 35W ] so that drawing 6 may show. Here, the processing effectiveness of 14g/kWh is NOx-Decomposition in Air using Dielectric Barrier Discharges Paper No.2-414 of The 11 thInternational Conference on Gas Discharges and their Applications 1995. It is the conventional processing effectiveness described. Especially, in the range whose electric energy is 5-30W, the processing effectiveness which exceeds the conventional processing effectiveness 50% or more is acquired. If this is broken by area of an electrode, 0.1 - 0.6 W/cm<sup>2</sup> will be obtained as discharge power flux density.

[0027] Drawing 7 is drawing showing the air flow rate at the time of changing the flow rate of air (therefore, the rate of flow change), and the relation of NO oxidation removal effectiveness. The one where the time amount to which a flow rate passes curtain-like silent discharge equipment greatly (therefore, the rate of flow early) is shorter has high effectiveness so that this drawing 7 may show. The time amount which this result is newly obtained by experiment of artificers, and passes a discharge part when flow rates are 33m<sup>3</sup>/min is 3.1ms. It may be short. Moreover, in order to gather processing effectiveness conventionally, it is good to consider as the pass time for 10 or less ms.

[0028] Drawing 8 is the value which \*\*(ed) by the air content which passed the poured-in power energy, i.e., drawing showing the relation between the energy injection rate per three (J/m<sup>3</sup>), and the oxidation effectiveness of NO 1m. The range where effectiveness is high is 70 - 600 J/m<sup>3</sup> so that drawing 8 may show. It is the range and maximum is the 250 J/m<sup>3</sup> neighborhood. This value is over the value stated by above-mentioned NOx-Decomposition in Air using Dielectric Barrier Discharges Paper No.2-414 50% or more.

[0029] Moreover, the result compared with the conventional ozone impregnation oxidation approach is shown in drawing 9 and drawing 10. They are 2 l/min to the silent discharge equipment which shows the ozone impregnation oxidation approach to drawing 1 in this comparison. A sink and the power to 35W were impressed for the air flow rate, ozone was generated, and it carried out by pouring in the air which contains NO in the upstream of silent discharge equipment. Discharge power is practically equal to throughput 5W so that drawing 9 which shows the relation between the amount of oxidation treatments of NO and discharge power may show, but with the silent discharge equipment of this example, the effectiveness of being twice [ more than ] many as this is acquired as compared with the conventional ozone impregnation oxidation approach as discharge power is increased. Drawing 11 is drawing showing the power in the conventional ozone impregnation oxidation approach, and the relation of effectiveness. As it turns out that it compares with drawing 6 which shows the power of this example, and the relation of effectiveness, by the conventional ozone impregnation oxidation approach, the discharge power which is maximum is smaller than the value of the silent discharge equipment of kWh, 14g /, and this example 5W, throughput is smaller than kWh in 10g /in the large range of the discharge power for obtaining practical throughput, and they are 1 / 3 - 1/4 of the throughput of the silent discharge equipment of this example, and small effectiveness.

[0030] Drawing 11 shows the configuration of the air cleaning ventilator which formed the silent discharge equipment in an actual scale in the shape of a curtain. As shown in drawing 11, the silent discharge equipment 14 with which the air cleaning ventilator was formed in the shape of a curtain in the duct is installed, the dust collection filter 15 is formed in the upstream, and Blois 3 is further established in the upstream of the dust collection filter 15. moreover -- the back-wash side of silent discharge equipment 14 -- NO<sub>2</sub> NO<sub>2</sub> to which the adsorber 2 was formed and NO oxidized with silent discharge equipment 14 It is adsorbing.

[0031] The example of a design of the air cleaning ventilator shown in drawing 11 is shown in Table 1.

[0032]

[Table 1]

表 1

実機の設計例 (流量: 1 1 5 5 0 0 [ m<sup>3</sup> / h ] )

具体例	(1)	(2)	(3)	(4)
ダクト流速 [m/s]	10.7	11.1	14.7	18.4
実 機	ダクト断面積 [m <sup>2</sup> ]	3.0	2.9	2.2
	放電部流速 [m/s]	16.0	16.7	22.1
	反応時間 [ms]	3.1	3.0	2.3
	圧力損失 [mmH <sub>2</sub> O]	—	9.0	16.0
	実機に対する倍率[倍]	655.0	633.0	476.0
	総消費電力 [kW]	13.1	13.9	12.4

[0033] this example of a design -- an air flow rate -- 115500m<sup>3</sup>/h a thing applicable to a scale -- it is -- such a large flow rate -- receiving -- the gross area of the aperture of the shape of a curtain of silent discharge equipment 14 -- the rate of flow of the gap of 1.7-3.0m<sup>2</sup> and a discharge part -- 16 - 27.8 m/s and power consumption -- min -- 12.4kW it is . Moreover, since the overall depth of a flow direction is formed small, the pressure loss of silent discharge equipment 14 is 25mmH(s)2O also by the time of the maximum rate of flow. It is as small as extent and the burden of Blois 3 can be made small.

[0034]

[Effect of the Invention] According to this invention, since NO is oxidized directly, efficient oxidation treatment of NO can be performed compared with the conventional ozonate approach. Moreover, a running cost can be reduced, while being able to reduce the pressure loss by airstream and being able to mitigate the burden of Blois, since the overall depth of silent discharge equipment can be formed small. Moreover, it is practical in energy impregnation, and since an efficient field can be used, there is effectiveness which can manufacture the whole equipment in a compact.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

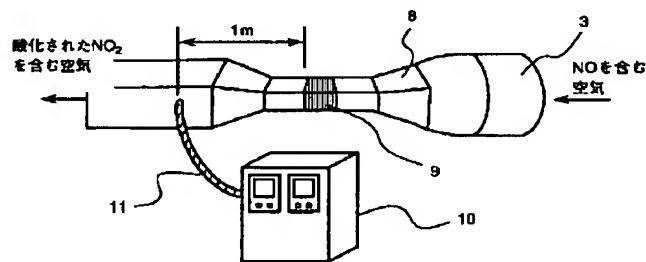
JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

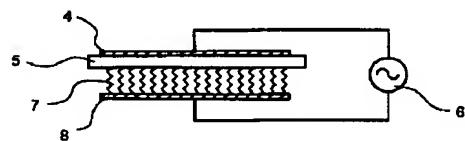
[Drawing 1]

図 1



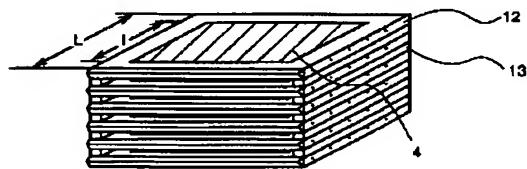
[Drawing 2]

図 2



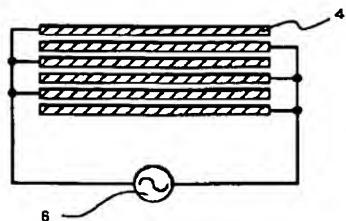
[Drawing 3]

図 3



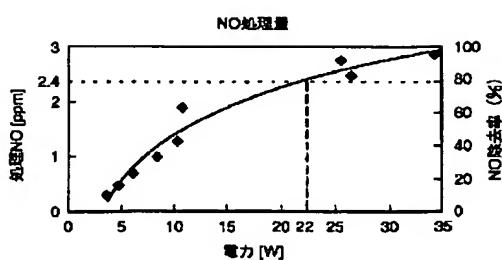
[Drawing 4]

図 4



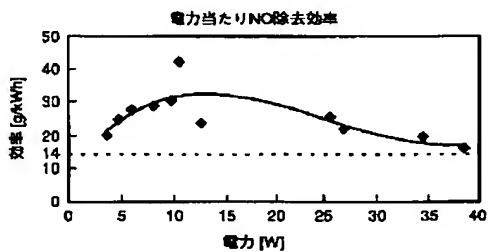
[Drawing 5]

図 5



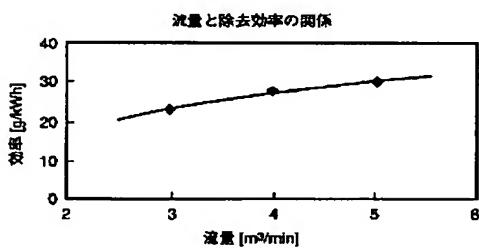
[Drawing 6]

図 6



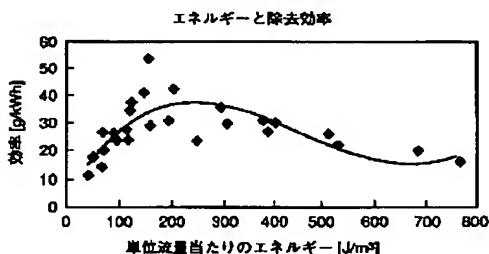
[Drawing 7]

図 7



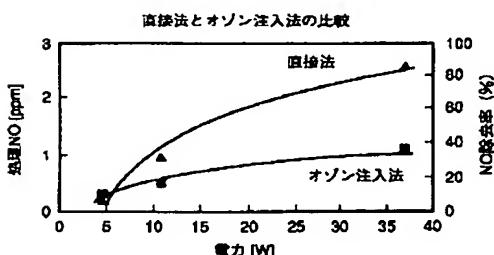
[Drawing 8]

図 8



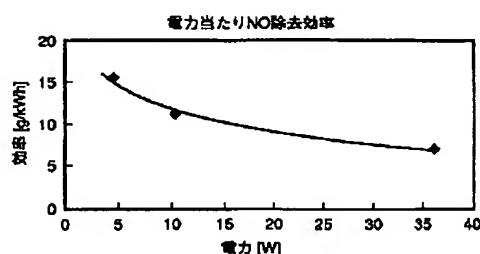
[Drawing 9]

図 9



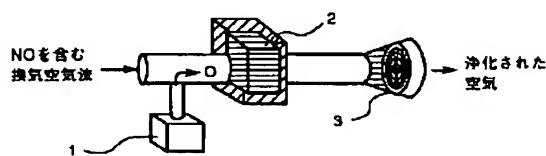
[Drawing 10]

図 10



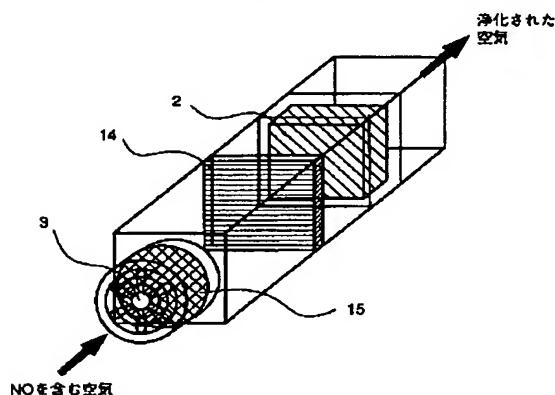
[Drawing 12]

図 12



[Drawing 11]

図 11




---

[Translation done.]

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 10-066828

(43) Date of publication of application : 10.03.1998

(51) Int.CI.

B01D 53/56  
B01D 53/74  
E21F 1/00  
F24F 7/00  
F24F 7/06

(21) Application number : 08-228046

(71) Applicant : HITACHI LTD  
BABCOCK HITACHI KK

(22) Date of filing : 29.08.1996

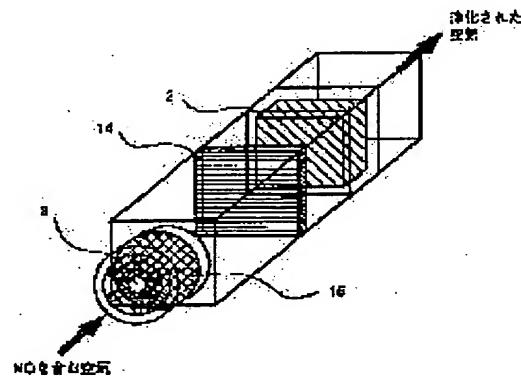
(72) Inventor : YOSHIOKA YOSHIO  
DOI HIROSHI  
ISHIKAWA TORU  
MINAMI KENICHI  
YAGIHASHI YOSHITOYO  
TAKASHIMODA HISAO

## (54) AIR CLEANING AND VENTILATING APPARATUS, SILENT DISCHARGE DEVICE USED THEREIN AND AIR CLEANING AND VENTILATING METHOD

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce running cost by reducing power consumption quantity necessary for the oxidizing treatment of NO of an apparatus for removing NO<sub>x</sub> of low concn. by an oxidizing method by providing a silent discharge apparatus subjecting NO contained in air sent by a blower to oxidizing treatment and an NO<sub>2</sub> adsorbing apparatus to an air cleaning and ventilating apparatus.

**SOLUTION:** An air cleaning and ventilating apparatus is constituted by providing a dust collecting filter 15 and a blower 3 on the upstream side of a silent discharge apparatus 14 wherein the glass plates and discharge electrodes arranged in a duct are laminated in a multistage fashion to be formed into a curtain like form. An NO<sub>2</sub> adsorbing apparatus 2 is provided on the downstream side of the silent discharge apparatus 14 to perform the adsorption of NO<sub>2</sub> after the oxidation of NO by the silent discharge apparatus 14. The silent discharge apparatus 14 is constituted so as to pass contaminated gas through the discharge curtain to achieve the enhancement of reaction and, by enlarging the window port of the discharge curtain like a blind to make the depth dimension thereof as small as possible, the resistance of air passing at a high speed is reduced to reduce the pressure loss of an air stream.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-66828

(43)公開日 平成10年(1998)3月10日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 0 1 D 53/56  
53/74  
E 2 1 F 1/00  
F 2 4 F 7/00  
7/06

識別記号 庁内整理番号

F I  
B 0 1 D 53/34  
E 2 1 F 1/00  
F 2 4 F 7/00  
7/06

技術表示箇所  
1 2 9 C  
A  
A  
F

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L. (全7頁)

(21)出願番号 特願平8-228046

(22)出願日 平成8年(1996)8月29日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000005441

パブコック日立株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番2号

(72)発明者 吉岡 芳夫

茨城県日立市西成沢町二丁目17番2号 日立茨城工業専門学院内

(72)発明者 土肥 寛

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株式会社日立製作所半導体事業部内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

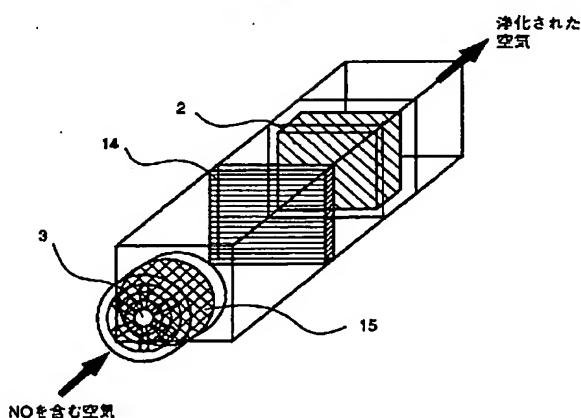
(54)【発明の名称】 空気浄化換気装置、それに用いられる無声放電装置、空気浄化換気方法

(57)【要約】

【課題】低濃度のNO<sub>x</sub>を酸化法で除去する装置のNO<sub>x</sub>の酸化処理に必要な電力消費量を低減し、ランニングコストを低減した空気浄化換気装置を提供する。

【解決手段】トンネル内もしくは駐車場空間内の空気を排気するためのプロアと、プロアで送風された空気内に含まれるNO<sub>x</sub>を酸化処理するための無声放電装置と、無声放電装置で酸化処理されたNO<sub>x</sub>を吸着するためのNO<sub>x</sub>吸着装置を備えた。

図 11



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】排気ガスを排出する車両が通過するトンネルもしくは駐車場空間内の窒素酸化物を除去するための空気浄化換気装置であって、該空気浄化換気装置がトンネル内もしくは駐車場空間内の空気を排気するためのプロアと、該プロアで送風された空気内に含まれるNOを酸化処理するための無声放電装置と、該無声放電装置で酸化処理されたNO<sub>x</sub>を吸着するためのNO<sub>x</sub>吸着装置を備えていることを特徴とする空気浄化換気装置。

【請求項2】前記無声放電装置が多段の放電間隙を有するカーテン状に形成されているものであって、空気の流通方向の奥行寸法が10cm以下に形成されている請求項1に記載の空気浄化換気装置。

【請求項3】前記無声放電装置が多段の放電間隙を有するものであって、注入されるエネルギー量が単位空気流量1m<sup>3</sup>当たり50から700Jの範囲に設定されている請求項1に記載の空気浄化換気装置。

【請求項4】前記無声放電装置が多段の放電間隙を有するものであって、前記無声放電装置の放電部分を通過する空気の通過時間が10ms以下である請求項1に記載の空気浄化換気装置。

【請求項5】排気ガスを排出する車両が通過するトンネルもしくは駐車場空間内の空気内に含まれる窒素酸化物をプロアによって無声放電部分に送風し、該無声放電部分で空気内に含まれるNOをNO<sub>x</sub>に酸化処理し、酸化処理されたNO<sub>x</sub>をNO<sub>x</sub>吸着装置で吸着して窒素酸化物を除去することを特徴とする空気浄化換気方法。

【請求項6】電極と、該電極に対向する第2の電極と、少なくとも一方の電極に取り付けられた絶縁物と、該絶縁物と他方の電極間に空気の流路を形成するためのスペーサと、前記電極間に交流電圧を与えるための交流電圧源を備えたことを特徴とする無声放電装置。

【請求項7】前記無声放電装置が多段に構成されるものであって、前記電極間の放電間隙が前記交流電圧源に対し直並列に接続され、印加される交流電圧源の周波数が200~600Hzである請求項6に記載の無声放電装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は空気浄化換気装置に係り、特に高速道路や首都圏地下の自動車用トンネルあるいは大規模な地下駐車場から排出される換気空気中の窒素酸化物を低減するのに好適な空気浄化換気装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】高速道路や首都圏地下の自動車用トンネルあるいは大規模な地下駐車場では、車両の排気ガス中に含まれる窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)により空気が汚染されている。このため、トンネルや地下駐車場には空気を入れ替えるための換気装置が設置されている。窒素酸化物

の濃度は、3ppm程度と比較的低いものの、換気される空気の量が多量であるため、NO<sub>x</sub>の絶対量が多く、排気孔出口付近で公害問題を引き起こす恐れがある。

【0003】従来の技術では、この汚染空気に含まれる窒素酸化物のNOをオゾンによってNO<sub>x</sub>に酸化させ、次のプロセスでNO<sub>x</sub>を吸着装置で吸収し、濃度を高めた後にアルカリで中和処理して無害化するものであった。具体的には、図12に示すように、市販されているオゾン発生装置1で生成されたオゾン(O<sub>3</sub>)を大量のNOを含んだ換気空気流の中に注入してオゾンの酸化作用でNO<sub>x</sub>に酸化し、アルカリを含浸したNO<sub>x</sub>吸着装置2で吸着処理した後、プロア3で大気に放出させるよう構成されている。

【0004】又、ディーゼルエンジンから排出される高濃度のNO<sub>x</sub>を処理する方法として特開昭63-183211号公報に記載のものがある。この装置では、排気ガスをチューブ状の放電管に流してNO<sub>x</sub>を分解している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の技術は、既存のオゾン発生装置を利用できる利点があるが、オゾンを発生させてから排気ガスへ注入するのは間接的な方法であり、オゾンが濃度の薄いNOと反応させるのに限度がある。そのため、必要以上にオゾンを注入する必要があり、オゾン発生に使われる電力が多くなるためプロセスのエネルギー効率が悪いものであった。

【0006】又、特開昭63-183211号公報に記載のものは、放電管は、長手方向に寸法が大きいため、ガス流に対する抵抗が大きく、低濃度の多量の空気量のNO<sub>x</sub>を処理するためには、プロアの容量を大幅に増大させるなどの必要があり適用が困難なものであった。

【0007】本発明の第1の目的は、低濃度のNO<sub>x</sub>を酸化法で除去する装置のNO<sub>x</sub>の酸化処理に必要な電力消費量を低減し、ランニングコストを低減した空気浄化換気装置及び空気浄化換気方法を提供することにある。

【0008】第2の目的は、大流量の空気流路に挿入しても空気抵抗が小さく、コンパクトな空気浄化換気装置の放電処理装置を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するため、本発明の空気浄化換気装置は、排気ガスを排出する車両が通過するトンネルもしくは駐車場空間内の窒素酸化物を除去するための空気浄化換気装置であって、該空気浄化換気装置がトンネル内もしくは駐車場空間内の空気を排気するためのプロアと、該プロアで送風された空気内に含まれるNOを酸化処理するための無声放電装置と、該無声放電装置で酸化処理されたNO<sub>x</sub>を吸着するためのNO<sub>x</sub>吸着装置を備えていることを特徴とする。

【0010】又、前記無声放電装置が多段の放電間隙を有するカーテン状に形成されているものであって、空気

の流通方向の奥行寸法が10cm以下に形成されているものである。又、前記無声放電装置が多段の放電間隙を有するものであって、注入されるエネルギー量が単位空気流量1m<sup>3</sup>当たり50から700Jの範囲に設定されているものである。又、前記無声放電装置が多段の放電間隙を有するものであって、前記無声放電装置の放電部分を通過する空気の通過時間が10ms以下であるものである。

【0011】又、空気浄化換気方法は、排気ガスを排出する車両が通過するトンネルもしくは駐車場空間内の空気に含まれる窒素酸化物をプロアによって無声放電部分に送風し、該無声放電部分で空気内に含まれるNOをNO<sub>x</sub>に酸化処理して、酸化処理されたNO<sub>x</sub>をNO<sub>x</sub>吸着装置で吸着して窒素酸化物を除去することを特徴とする。

【0012】上記第2の目的を達成するために、本発明の無声放電装置は、電極と、該電極に対向する第2の電極と、少なくとも一方の電極に取り付けられた絶縁物と、該絶縁物と他方の電極間に空気の流路を形成するためのスペーサと、前記電極間に交流電圧を与えるための交流電圧源を備えたことを特徴とする。

【0013】又、前記無声放電装置が多段に構成されるものであって、前記電極間の放電間隙が前記交流電圧源に対し直並列に接続され、印加される交流電圧源の周波数が200～600Hzであるものである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例を図1から図11により説明する。

【0015】図1は、本実施例を示す無声放電装置の斜視図、図2は、無声放電装置を説明するための模式図、図3は、無声放電装置の構成を示す斜視図、図4は、無声放電装置の電極の結線図、図5は、電力とNO酸化処理量との関係を示す図、図6は、電力と電力量当たりのNO処理量との関係を示す図、図7は、空気流量と電力量当たりのNO処理量との関係を示す図、図8は、1m<sup>3</sup>当たりのエネルギー注入量と電力量当たりのNO処理量との関係を示す図、図9は、従来のオゾン酸化方法とのNO処理量を比較した結果を示す図、図10は、従来のオゾン酸化方法での電力と電力量当たりのNO処理量との関係を示す図、図11は、本実施例の空気浄化換気装置の構成を示す斜視図である。

【0016】図1に示すように、本実施例の空気浄化換気装置は、大容量のプロアにより図示しないトンネルや駐車場から排出される低濃度のNO<sub>x</sub>を含んだ空気を送るプロア3、プロア3により送られた空気を無声放電装置9に導き流路断面積が減少するように構成されたダクト8、無声放電装置9で酸化されたNO<sub>x</sub>を含む空気を吸収する装置(図示せず)に送るためのダクトで構成されている。無声放電装置9は、ガラス板と放電電極を多段に積層して構成されており、図示しない高周波の高圧

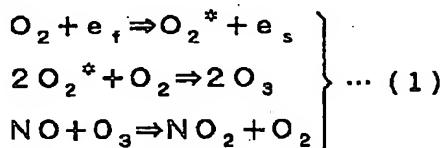
電源から放電電力が供給されるようになっている。

【0017】ここで、無声放電とは、図2に示すように、2つの電極4の間にガラス板などの絶縁物5を設け、交流電圧源6から印加される交流電圧により繰り返し生じる多数のパルス放電7のことという。交流電圧を印加して電極4とガラス板にかかる電圧瞬時値が空気の絶縁耐力を超えるとまず放電が生じるが、放電によって電荷がガラス上に溜ると局部的な電界を弱めるため、放電は自己消滅する。交流電圧の位相が進んで電圧が更に上昇すると再び放電が起こってすぐ消滅する。このように無声放電では、繰り返しパルス放電が生じるが、通常3～5mmのガラス板と電極4との間隙では、10～15kVの電圧で安定して放電する。本実施例の無声放電装置9は、上述したように、ガラス板と放電電極を多段に積層して構成されているが、例えば建物の窓に取り付けられるブラインドのように放電のカーテンを構成して空気を通過させる。

【0018】又、無声放電装置9では、少なくとも数1、数2に示す2つの反応が起こり、NOをNO<sub>x</sub>に酸化する。

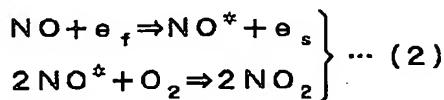
【0019】

【数1】



【0020】

【数2】



【0021】ここで、e<sub>f</sub>は、放電により加速された電子を、e<sub>s</sub>はエネルギーを失った電子を、O<sub>2</sub><sup>\*</sup>、NO<sup>\*</sup>はそれぞれ励起状態であることを示している。

【0022】従来のオゾン酸化による装置では、数1で示すのみの反応であるが、本実施例の無声放電装置9では、数1と数2で示す反応が生じるので効率が向上する。このように本実施例の無声放電装置9は、汚染ガスを放電のカーテン(すなわち膜)を通過させるように構成して反応の向上を図っており、ブラインドのように放電カーテンの窓口を大きく、奥行寸法を極力小さく形成することにより、高速で通過する空気抵抗を低減し、空気流の圧力損失を低減している。この結果、無声放電装置9を空気流路内に挿入しても換気用のプロアの容量を増大しなくてもすむ。例えば、10m<sup>3</sup>/sの空気流速の場合、圧力損失は10mmH<sub>2</sub>O程度と小さい。

【0023】本実施例の無声放電装置9を用い、空気が

数msという短時間で放電場を通過する時のNOの酸化について実験を行った。図3に、その無声放電装置9の構造を示す。図4に示す無声放電装置9は、横方向が10cm、厚さ3mm、奥行寸法しが70mmのガラス板12を厚さ5.8mmのスペーサー13を挿んで5段積み上げている。ガラス板12の奥行方向の中央部には、長さ50mm、横幅100mmの薄いアルミの電極4を張り合わせて設けている。これらの電極4は、図4に示すように接続されており、インバータで構成される交流電圧源6により可変周波数で可変の電圧の電気を供給できるようになっている。

【0024】この実験例では、空気の流入する間隙が5段で流路断面積は45cm<sup>2</sup>であるが、この流路断面積は、積み上げる段数を多くする、入口の横方向寸法を大きくとることにより、大きくすることができ、大容量のものに適用できるようになっている。こうすることにより、放電の間隙と奥行寸法は変えなくてもよく、特に奥行寸法を短くすることにより、大容量のものでも空気流の圧力損失を小さくすることができる。又、電極端面での短絡を防止するために、奥行方向のガラス寸法より電極寸法を短くして沿面の絶縁距離を確保している。

【0025】実験では、図4に示すように5つの間隙を電気的に並列に結線した状態で、200~600Hzの周波数範囲で、波高値18kV程度までの電圧を印加した。放電は、約12kVから始まり、600Hz、16kVのとき約30Wの放電電力が注入された。実験パラメータとして、電圧、周波数、流速、NOの初期濃度を変化させた。図1に示すように、無声放電装置9の後方約1mのところで測定ホース11により空気をサンプリングしてNOxメータ10によりNOとNOxの測定を行った。

【0026】図5に流量3m<sup>3</sup>/minで放電電力を変化させたときの放電電力と初期濃度3ppmのNOの酸化処理量との関係を示す。図5から分かるように、処理量は放電電力の増大とともに単調的に増加し、22Wの注入で初期濃度3ppmの80%に当たる2.4ppmのNOの酸化ができる。図6は、注入した電力量と注入エネルギーkWh当たりのNO処理量との関係を示す。図6から分かるように、処理量のエネルギー効率(NO処理量g/注入エネルギーkWhで定義される)は、注入電力が低い方が高く、3m<sup>3</sup>/minの流量では4W以上、35W以下で処理効率14g/kWhを超えていている。ここで、処理効率14g/kWhは、The 11th International Conference on Gas Discharges and their Applications 1995のNOx-Decomposition in Air using Dielectric Barrier Discharges Paper No.2-414で述べられている従来の処理効率である。特に、電力量が5~30Wの範囲では、従来の処理効率を50%以上超える処理効率が得られている。これを電極の面積で割ると、放電電力密度と

して0.1~0.6W/cm<sup>2</sup>が得られる。

【0027】図7は、空気の流量を変化(従って、流速を変化)させた場合の空気流量とNO酸化除去効率の関係を示す図である。この図7から分かるように、流量が大きく(従って、流速が早く)カーテン状の無声放電装置を通過する時間が短い方が効率が高い。この結果は、発明者らの実験により新たに得られたものであり、流量が33m<sup>3</sup>/minの時、放電部分を通過する時間は3.1msと短くてよい。又、従来よりも処理効率を上げるために、10ms以下の通過時間とするといい。

【0028】図8は、注入した電力エネルギーを通して空気量で除した値、すなわち1m<sup>3</sup>当たりのエネルギー注入量(J/m<sup>3</sup>)とNOの酸化効率との関係を示す図である。図8から分かるように、効率が高い範囲は、70~600J/m<sup>3</sup>の範囲で、最大値は250J/m<sup>3</sup>付近である。この値は上述のNOx-Decomposition in Air using Dielectric Barrier Discharges Paper No.2-414で述べられている値を50%以上超えている。

【0029】又、従来のオゾン注入酸化方法と比較した結果を図9、図10に示す。この比較において、オゾン注入酸化方法は、図1に示す無声放電装置に21/minの空気流量を流し、35Wまでの電力を印加してオゾンを発生させ、無声放電装置の上流側にNOを含む空気を注入して行った。NOの酸化処理量と放電電力との関係を示す図9から分かるように、放電電力が5Wでは処理量に大差ないが、放電電力を増加するに従い、本実施例の無声放電装置では、従来のオゾン注入酸化方法と比較して2倍以上の効率が得られている。図11は、従来のオゾン注入酸化方法での電力と効率の関係を示す図である。本実施例の電力と効率の関係を示す図6と比較すると分かるように、従来のオゾン注入酸化方法では、最大値である放電電力が5Wで14g/kWhと本実施例の無声放電装置の値より小さく、実用的な処理量を得るために放電電力の大きい範囲では、処理量は10g/kWhより小さく、本実施例の無声放電装置の処理量の1/3~1/4と小さい効率である。

【0030】図11は、実際の規模での無声放電装置をカーテン状に形成した空気浄化換気装置の構成を示している。図11に示すように、空気浄化換気装置は、ダクト内にカーテン状に形成された無声放電装置14が設置され、その上流側には、集塵フィルタ15が設けられ、さらに集塵フィルタ15の上流側にプロア3が設けられている。又、無声放電装置14の後流側にはNO<sub>x</sub>吸着装置2が設けられ、無声放電装置14でNOが酸化されたNO<sub>2</sub>の吸着を行っている。

【0031】図11に示す空気浄化換気装置の設計例を表1に示す。

【0032】

【表1】

表 1  
実機の設計例 (流量: 115500 [m<sup>3</sup>/h])

具 体 例	(1)	(2)	(3)	(4)
実 機	ダクト流速 [m/s]	10.7	11.1	14.7
	ダクト断面積 [m <sup>2</sup> ]	3.0	2.9	2.2
	放電部流速 [m/s]	16.0	16.7	22.1
	反応時間 [ms]	3.1	3.0	2.3
	圧力損失 [mmH <sub>2</sub> O]	—	9.0	16.0
	実機に対する倍率 [倍]	655.0	633.0	476.0
	総消費電力 [kW]	13.1	13.9	12.4

【0033】この設計例は、空気流量が 115500 m<sup>3</sup>/h の規模に適用できるもので、このような大流量に対し、無声放電装置 14 のカーテン状の窓の総面積は 1.7~3.0 m<sup>2</sup>、放電部分の間隙の流速は 16~27.8 m/s、消費電力は最小で 12.4 kW である。又、無声放電装置 14 の圧力損失は、流れ方向の奥行寸法が小さく形成されているので、最大流速の時でも 25 mmH<sub>2</sub>O 程度と小さく、プロア 3 の負担を小さくできる。

#### 【0034】

【発明の効果】本発明によれば、直接的に NO を酸化させているので、従来のオゾン酸化方法に比べて効率のよい NO の酸化処理が行える。又、無声放電装置の奥行寸法を小さく形成できるので、空気流による圧力損失が低減でき、プロアの負担が軽減できるとともに、ランニングコストを低減できる。又、エネルギー注入を実用的で効率のよい領域を利用できるため、装置全体をコンパクトに製作できる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例を示す無声放電装置の斜視図である。

【図 2】無声放電装置を説明するための模式図である。

【図 3】無声放電装置の構成を示す斜視図である。\*

\* 【図 4】無声放電装置の電極の結線図である。

【図 5】電力と NO 酸化処理量との関係を示す図である。

【図 6】電力と電力量当たりの NO 処理量との関係を示す図である。

【図 7】空気流量と電力量当たりの NO 処理量との関係を示す図である。

【図 8】1 m<sup>3</sup> 当たりのエネルギー注入量と電力量当たりの NO 処理量との関係を示す図である。

【図 9】従来のオゾン酸化方法との NO 処理量を比較した結果を示す図である。

【図 10】従来のオゾン酸化方法での電力と電力量当たりの NO 処理量との関係を示す図である。

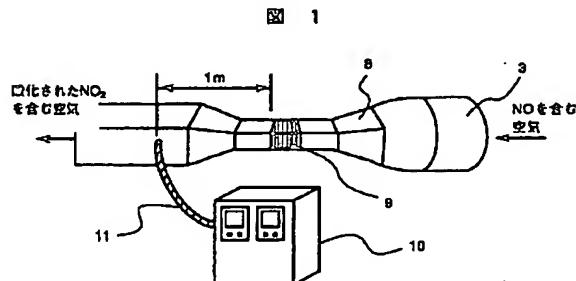
【図 11】本実施例の空気浄化換気装置の構成を示す斜視図である。

【図 12】従来のオゾン酸化装置の概略構成を示す斜視図である。

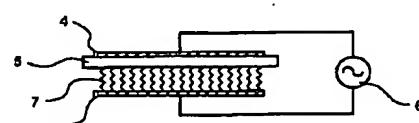
#### 【符号の説明】

30 1…オゾン発生装置、2…NO<sub>x</sub> 吸着装置、3…プロア、4…電極、5…絶縁物、6…交流電圧源、7…バルス放電、8…ダクト、9、14…無声放電装置、10…NO<sub>x</sub> メータ、11…測定ホース、12…ガラス板、13…スペーサ、15…集塵フィルタ。

【図 1】

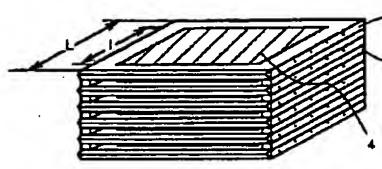


【図 2】



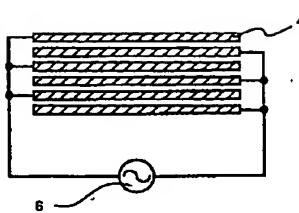
【図3】

図3



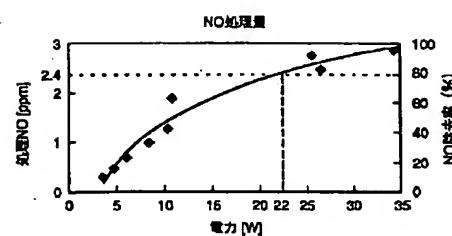
【図4】

図4



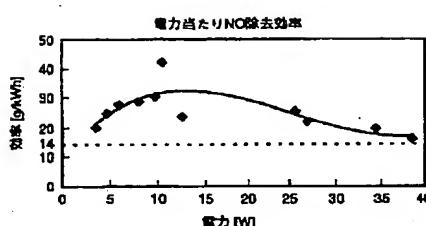
【図5】

図5

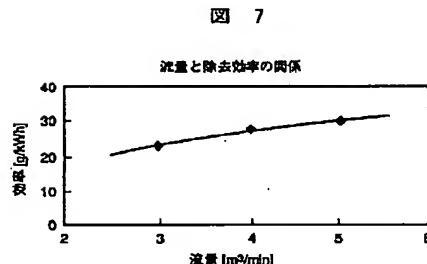


【図6】

図6

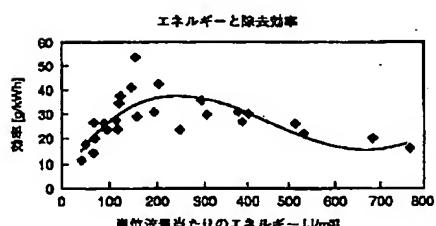


【図7】

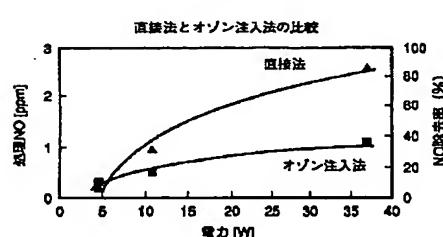


【図8】

図8

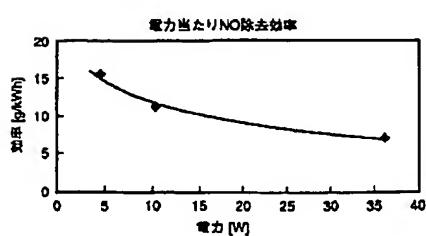


【図9】

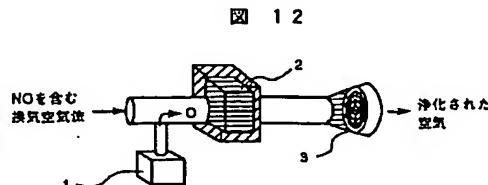


【図10】

図10

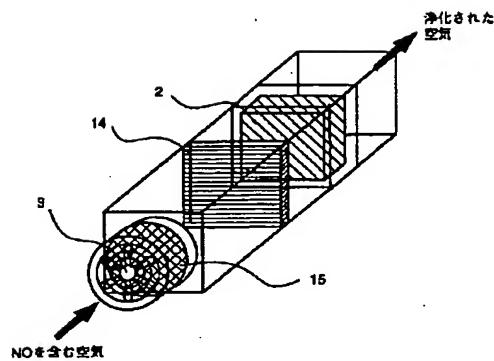


【図12】



【図11】

図 11



## フロントページの続き

(72)発明者 石川 徹  
茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分工場内  
(72)発明者 南 頭一  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 八木橋 義豊  
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所電力・電機開発本部内  
(72)発明者 高下田 寿生  
東京都千代田区大手町二丁目6番2号 パブコック日立株式会社内